

В. О. Бабенко^{1,2}, В. М. Павлович^{2,3*}

¹ *Институт теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова НАН України, Київ, Україна*

² *Институт проблем безпеки АЕС НАН України, Київ, Україна*

³ *Институт ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна*

*Відповідальний автор: pavlovich@kinr.kiev.ua

ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ САМОПІДТРИМНОЇ ЛАНЦЮГОВОЇ ЯДЕРНОЇ РЕАКЦІЇ В ПАЛИВОВМІСНИХ МАСАХ ОБ'ЄКТА «УКРИТТЯ» У ВИПАДКУ ЗМІННОЇ ШВИДКОСТІ ЗАЛИВАННЯ ВОДОЮ

Вивчено характерні особливості виникнення та розвитку самопідтримної ланцюгової ядерної реакції (СЛР) у паливовмісних масах об'єкта «Укриття», а також її основні властивості для ряду можливих режимів її протікання у випадку змінної швидкості заливання води в систему або її виток. На основі чисельного аналізу та розрахунків згідно з використаною системою диференціальних рівнянь для головних характеристик системи показано, що зміна швидкості заливання води може приводити до дуже суттєвих і різноманітних змін у режимах розвитку СЛР у порівнянні з можливими режимами при постійній швидкості заливання. Розрахунки, зокрема, показують, що в системі при деяких достатньо розумних з фізичної точки зору умовах можуть мати місце вельми значні за величиною сплески потоку нейтронів, які можуть становити серйозну загрозу. Також показано, що збільшення швидкості заливання води в режимі постійних коливань може привести до переходу системи в «закритичний» стан, тобто підкритичний стан із великою кількістю води в системі.

Ключові слова: ланцюгова ядерна реакція, паливовмісні маси, потік нейтронів.

В. А. Бабенко^{1,2}, В. Н. Павлович^{2,3*}

¹ *Институт теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова НАН Украины, Киев, Украина*

² *Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, Киев, Украина*

³ *Институт ядерных исследований НАН Украины, Киев, Украина*

*Ответственный автор: pavlovich@kinr.kiev.ua

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ САМОПОДДЕРЖИВАЮЩЕЙСЯ ЦЕПНОЙ ЯДЕРНОЙ РЕАКЦИИ В ТОПЛИВОСОДЕРЖАЩИХ МАССАХ ОБЪЕКТА «УКРЫТИЕ» В СЛУЧАЕ ПЕРЕМЕННОЙ СКОРОСТИ ПОСТУПЛЕНИЯ ВОДЫ

Изучены характерные особенности возникновения и развития самоподдерживающейся цепной ядерной реакции (СЦР) в топливосодержащих массах объекта «Укрытие», а также ее основные свойства для ряда возможных режимов ее протекания в случае переменной скорости поступления воды в систему либо ее вытекания. На основе численного анализа и расчетов согласно используемой системе дифференциальных уравнений для главных характеристик системы показано, что изменения скорости залива воды могут приводить к очень существенным и весьма разнообразным изменениям в режимах развития СЦР по сравнению с возможными режимами при постоянной скорости залива. Расчеты, в частности, показывают, что в системе при определенных достаточно разумных с физической точки зрения условиях могут иметь место значительные по величине всплески потока нейтронов, которые могут представлять серьезную опасность. Также показано, что увеличение скорости залива воды в режиме постоянных колебаний может привести к переходу системы в «закритическое» состояние, т.е. подкритическое состояние с большим количеством воды в системе.

Ключевые слова: цепная ядерная реакция, топливосодержащие массы, поток нейтронов.

V. A. Babenko^{1,2}, V. N. Pavlovych^{2,3*}

¹ *Bogolyubov Institute for Theoretical Physics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

² *Institute for Safety Problems of NPPs, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

³ *Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

*Corresponding author: pavlovich@kinr.kiev.ua

STUDY OF THE PROPERTIES OF SELF-SUSTAINING NUCLEAR CHAIN REACTION IN THE FUEL-CONTAINING MASSES OF THE “UKRYTTYA” OBJECT FOR THE CASE OF VARYING VELOCITY OF WATER INFLOW

The main peculiarities of ignition and development of self-sustaining nuclear chain reaction (SCR) in fuel-

containing masses (FCM) of Chernobyl “Ukryttya” were studied for the case of varying velocity of water incoming into the system or its outcoming. On the basis of analysis and numerical solution of the corresponding system of differential equations for the main characteristics of the system, it was shown that the variations of water inflow could lead to very sufficient and various changes in SCR development comparing to possible modes at constant velocities of water inflow. In particular, the calculations show that the neutron bursts with great amplitude could take place in the system under definite sufficiently reasonable physical conditions. It was also shown that the increase of velocity of water inflow into the FCM in the mode of constant oscillations can lead to transition into “beyond critical” state which is the subcritical state with big quantity of water.

Keywords: nuclear chain reaction, fuel-containing masses, neutron flux.

REFERENCES

1. V.A. Babenko et al. Fuel-Containing Masses of Chernobyl Unit 4: Multiplying Properties and Neutron Characteristics. [Nucl. Sci. Eng. 133\(3\) \(1999\) 301.](#)
2. V.A. Babenko, V.N. Pavlovych. Study of Ignition Possibility, Development and Properties of Self-Sustaining Nuclear Chain Reaction in the Fuel-Containing Masses of the Object “Ukryttya”. [Yaderna Fizyka ta Energetyka \(Nucl. Phys. At. Energy\) 18\(3\) \(2017\) 254.](#) (Rus)
3. V.A. Babenko et al. Investigation of Multiplicating Properties of Fuel Containing Masses of the 4th Block at Chornobyl Atomic Power Plant. Preprint KINR-97-1 (Kiev, 1997) 30 p. (Rus)
4. V.A. Babenko, L.L. Jenkovszky, V.N. Pavlovych. Nuclear Power Industry: Tendencies in the World and Ukraine. [Physics of Particles and Nuclei 38\(6\) \(2007\) 795.](#)
5. V.A. Babenko et al. Modelling of Mass and Geometrical Parameters of a Aggregation of Fuel-Containing Materials in the Southeast Part of a Premise 305/2 Destroyed 4-th unit Chernobyl NPP. [Problemi Bezpeki Atomnikh Elektrostantsiy yi Chornobilya 9 \(2008\) 36.](#) (Rus)
6. E.D. Vysotskij, A.A. Klyuchnikov, V.N. Shcherbin, V.B. Shostak. Neutron-Physical Characteristics of Nuclear Dangerous Accumulations of Fuel Contained Materials. [Problemi Bezpeki Atomnikh Elektrostantsiy yi Chornobilya 12 \(2009\) 93.](#) (Rus)
7. E.D. Vysotskii et al. Nuclear-Hazardous Accumulations of Fuel-Containing Materials in the Destroyed Fourth Unit of the Chernobyl NPP. [Radiochemistry 53\(2\) \(2011\) 206.](#)
8. V.B. Shostak, V.N. Shcherbin, E.E. Olejnik. Determination of Size of Parameters of Model of Describing Nuclear-Dangerous Accumulation of Fuel Contained Materials in Object ‘Ukryttya’. [Problemi Bezpeki Atomnikh Elektrostantsiy yi Chornobilya 22 \(2014\) 98.](#) (Rus)
9. V.V. Frolov. Anomalous Incident on June 27 - 30, 1990 in the Object ‘Cover’ at the Chernobyl Nuclear Power Plant. [Atomic Energy 80\(3\) \(1996\) 215.](#)
10. O.Ya. Vertsimakha, V.N. Pavlovych. Ignition and Development of Self-Sustained Chain Reaction in Fuel Containing Masses of 4-th Block of the Chornobyl NPP. [Nuclear and Radiation Safety 1\(1\) \(1999\).](#) (Rus)

Надійшла 19.07.2017

Received 19.07.2017